

# IMPACTO DE LA APERTURA COMERCIAL DE MÉXICO Y DE SU INTEGRACIÓN EN BLOQUES COMERCIALES EN EL MERCADO MUNDIAL DEL LIMÓN

RAMÓN G. GUAJARDO QUIROGA\*, PEDRO A. VILLEZCA BECERRA\*



El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá entró en operación el primero de enero de 1994. Como resultado de este acuerdo, una gran cantidad de productos agrícolas, entre éstos el limón, pudo comerciarse, libre de aranceles, entre estos países a partir de 2003. Asimismo, en junio de 2000, México firmó el Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea (TLCUEM); de igual forma, el limón pudo comercializarse entre México y los países miembros de la Unión Europea (UE) libre de aranceles, también a partir de 2003.

El cultivo del limón ha adquirido especial importancia en México, y es una fuente de ingresos para un número importante de productores rurales. En México, la superficie cultivada de limón, en 2000, fue de 128 mil hectáreas, con una producción de 1,661,220 toneladas métricas (tm). De éstas, se exportaron 264,646 tm con un valor de 88 millones de dólares. En los últimos siete años, México ha

duplicado la producción de limón, convirtiéndolo en el principal productor a nivel mundial.<sup>3</sup>

La entrada en vigor de los acuerdos comerciales ha provocado debates y análisis en relación a sus posibles impactos en el sector productor de bienes agrícolas, y en particular del limón. La apertura comercial ha generado incertidumbre entre los productores acerca de la rentabilidad futura de la agricultura, tanto en el ámbito sectorial como por producto.

Se argumenta que el limón cultivado en México tiene ventajas comparativas respecto al cultivado en el resto del mundo, por lo que la eliminación de las barreras al comercio del limón mexicano en 2003, en el TLCAN, el TLCUEM, así como la eliminación de barreras arancelarias en el mercado mundial, incrementará las exportaciones mexicanas de este fruto.<sup>19</sup> Sin embargo, son escasos los trabajos que cuantifiquen los impactos económicos de la apertura comercial en el sector agropecuario mexicano, y en particular para el cultivo del limón. Por lo tanto, la construcción de instrumentos que cuantifiquen los efectos regionales de la apertura comercial en términos de flujos comerciales presentes y futuros, así como de los precios resultantes de esta apertura comercial, es de gran importancia para la planeación de las actividades económicas del sector agrícola.

□ El presente artículo está basado en la investigación «Impacto de la apertura comercial de México y de su integración en bloques comerciales en el mercado mundial del limón», galardonado con el Premio de Investigación UANL 2003 en la categoría de Ciencias Sociales, otorgado en sesión solemne del Consejo Universitario de la UANL, en septiembre de 2004.

\* Facultad de Economía, UANL

Los beneficios de estudiar los efectos de la liberación comercial del mercado del limón son dobles: primero, la estimación acerca de los flujos comerciales entre las regiones, los precios de demanda y oferta, los impactos derivados de los costos de transporte y aranceles, así como el impacto en el bienestar de los consumidores y productores proveen a los encargados de la política económica y grupos de interés con información valiosa para la evaluación de los posibles resultados de política comercial. Segundo, las estimaciones derivadas de este estudio, en las cuales se incorporan las expectativas futuras del mercado, ayudarán a los productores de limón a tomar decisiones acerca del futuro de esta actividad productiva.

El objetivo de este trabajo es estimar el impacto de la apertura comercial de México y de su integración en bloques comerciales en el mercado del limón, resultante del TLCAN, el TLCUEM y de otros acuerdos comerciales que México ha firmado en términos de los flujos comerciales, los precios en el mercado mundial, los precios regionales y los efectos en el bienestar en el mercado del limón.<sup>a</sup>

Para alcanzar estos objetivos se construyó un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos para el mercado mundial del limón. La solución del modelo se llevó a cabo mediante un algoritmo de programación cuadrática. Se construyeron cuatro escenarios de comercio mundial del limón y las soluciones de éstos se utilizan para determinar los impactos en los flujos comerciales, precios y en el bienestar.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: primero se presentan los antecedentes y lo negociado en el TLCAN y el TLCUEM en materia del limón. A continuación se describe el marco teórico y la estructura del modelo utilizado. Enseguida se mencionan los datos y la especificación del modelo. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos del modelo y de los diversos escenarios planteados. Por último, se incluyen las conclusiones e implicaciones derivadas de este trabajo. Los resultados desagregados de las simulaciones de los cuatro escenarios se presentan en un anexo.

## Antecedentes y negociación del limón en el TLCAN y TLCUEM

En México se conocen, principalmente, dos tipos de

<sup>a</sup> El bienestar es definido, de acuerdo al modelo original de Samuelson,<sup>17</sup> como la suma total del excedente del consumidor y el excedente del productor en cada uno de los mercados o regiones, menos los costos de transporte y aranceles.

limón: el limón persa (*Citrus latifolia*) y el limón agrio o mexicano (*Citrus aurantifolia*). La diferencia entre los dos estriba en que el primero no tiene semillas y posee una composición química que lo hace menos ácido que el segundo. Ambos tipos de limón son conocidos en el mundo como limas en sus dos variedades. Sin embargo, existe una tercera categoría denominada limón amarillo (*Citrus limon*), que se produce, principalmente, en países como Italia, España, Estados Unidos y Argentina.<sup>4</sup>

En los siete años posteriores a la entrada en operación del TLCAN (1994 a 2002), México ha incrementado de manera sostenida la producción de limón en alrededor de 18% anual; incluso, a pesar de que la producción mundial de limón registró una ligera disminución en 2002, se mantuvo creciendo (tabla I). Esto le ha permitido pasar del tercer mayor productor, en 1993, al primer productor del mundo a partir de 2000; la producción mexicana de limón representó el 14.2% de la producción mundial, le siguieron India con 12.9%, Argentina con 10.8% y España con 8.8%.<sup>3</sup>

En 2000, México ocupó el segundo lugar en volumen exportado con 264,646 tm, superado por España con 492,160 tm. Sin embargo, ocupó el tercer lugar en el valor de sus exportaciones con 88 millones de dólares; fue superado por España con 239 millones dólares y Argentina con 94 millones de dólares. Después de la entrada en operación del TLCAN (de 1994 a 2000), el valor de sus exportaciones se incrementaron en 102%.

Tabla I. Producción mundial de limones y limas, en los principales países productores, en 1993, 2000 y 2002 (toneladas métricas).

	1993	2000	2002	% de Cambio de 2000 con respecto 1993	% de Cambio de 2002 con respecto 1993
<b>Total</b>	8,467,96	11,058,05	11,038,71		
<b>mundial</b>	1	1	1	31%	30%
<b>México</b>	758,535	1,661,220	1,720,020	104%	127%
<b>India</b>	930,000	1,400,000	1,400,000	51%	51%
<b>Argentina</b>	612,200	1,171,498	1,180,000	93%	93%
<b>Irán</b>	632,084	915,049	1,038,832	57%	64%
<b>España</b>	789,200	762,040	902,000	1%	14%
<b>Estados Unidos</b>	894,500	762,040	751,150	-15%	-16%
<b>Brasil</b>	505,401	577,582	580,000	14%	15%
<b>Italia</b>	744,260	613,205	530,000	-28%	-29%
<b>Turquía</b>	440,000	460,000	400,000	14%	-9%
<b>Egipto</b>	321,539	274,484	296,776	-6%	-8%

Las importaciones de limón de los socios comerciales de México en el TLCAN han mostrado incrementos significativos en los últimos años en términos de volumen y de valor. Entre 1993 y 2000, las importaciones en volumen de Canadá y Estados Unidos crecieron en 73% y 57%, respectivamente. Estos aumentos representaron incrementos en el valor de las importaciones de 76% y 52%, respectivamente. Estados Unidos es uno de los mayores consumidores de este producto en el mundo, alcanzando, en 2000, poco más de 970 mil toneladas. Sin embargo, la producción de limón en Estados Unidos de 1993 a 2002 disminuyó en 16%, esta disminución ha sido cubierta, principalmente, mediante importaciones desde México, principal abastecedor de la demanda de limón de Estados Unidos.<sup>b</sup> Los tres principales exportadores de limón a Estados Unidos son México con el 80%, España con 8.7% y Chile con 7.9%.<sup>3,22</sup>

## Lo negociado en el TLCAN

El TLCAN permitió una reducción gradual de los aranceles del limón y la eventual eliminación de las barreras al comercio entre los tres países firmantes: México, Estados Unidos y Canadá. El acuerdo tendrá una vigencia de 15 años, con una desgravación anual paulatina. En particular, el limón estuvo libre de aranceles en 2003.

En México, el limón procedente de Estados Unidos tiene un código de desgravación A, el cual se refiere a desgravación inmediata, libres de arancel en la frontera mexicana a partir de la fecha de inicio de la vigencia del TLCAN.<sup>19</sup>

Para el caso de la negociación bilateral entre México y Canadá, los limones quedan con una categoría D, la cual indica que el producto se encontraba libre de arancel cuando se llevó a cabo la negociación, y así se mantiene en el acuerdo.<sup>c</sup>

En el caso de Canadá y Estados Unidos, dado que ya habían firmado un Acuerdo de Libre Comercio en 1989, queda sin cambios este acuerdo.<sup>d</sup>

En relación a la negociación con México, Estados Unidos estableció una tasa base de 2.75 ctv/kg

<sup>b</sup> Entre los factores causantes que reducen la producción de limones en los Estados Unidos se señalan las heladas y huracanes, que han ocasionado la pérdida de los cultivos, aunada a la competencia que enfrenta con México a partir de la entrada del TLCAN.<sup>16</sup>

<sup>c</sup> Canadá no produce limón.

<sup>d</sup> Lo negociado entre Estados Unidos y Canadá en materia de limón fue desgravado totalmente al iniciarse el TLC entre ambos países en 1989.

con categoría de desgravación C para los limones o limón amarillo y de 2.2 ctv/kg, también con categoría C, para las limas o limón agrio y limón persa.<sup>e</sup> El código C señala que la desgravación del limón agrio y del limón persa se realizará en un plazo de diez años, comenzando el primero de enero de 1994, y quedando libres de arancel para el primero de enero de 2003. También se señala que dicha desgravación será aplicada en 10% de la tasa base cada año.

## Lo negociado en el TLCUEM

El TLCUEM reafirmó los compromisos pactados previamente en los años ochenta, y vino a sustituir el acuerdo comercial vigente hasta 1991. La vigencia de este nuevo acuerdo de libre comercio comenzó el primero de julio de 2000.<sup>1,19</sup>

Para las importaciones de México que provienen de la UE, la tasa base se fijó en 20% y la categoría de desgravación se negoció en 1, es decir, en la fecha de entrada en vigor del acuerdo México eliminará todos los aranceles aduaneros sobre las importaciones de limón originarios de la UE.

Para las importaciones de la UE que provienen de México, la tasa base para los limones o limón amarillo se fijó en 7.2%, y si este tipo de limón se importa entre el primero de junio y el 31 de diciembre la tasa base disminuye a 6.9%. En tanto que para las limas o limón agrio y persa se fijó en 11.8%.

Para el caso de la lima o limón agrio y persa, la categoría de desgravación para las exportaciones mexicanas a la UE se fijó en 2, la cual tiene un plazo de desgravación en tres años. Para la entrada en vigor del acuerdo, la UE reducirá su tasa base en un 25%, quedando la tasa arancelaria en 8.85%.

En resumen, para el limón amarillo se plantean plazos de desgravación más largos que para el limón agrio y el limón persa, y debido a que el limón amarillo se produce en Europa se le protege de la competencia inmediata.<sup>f</sup>

## Marco teórico y estructura del modelo

No hay duda que la liberalización del comercio de bienes agrícolas afecta diversas variables económicas, tales como: precios, producción, consumo, importaciones, exportaciones e ingresos de los pro-

<sup>e</sup> Centavos de dólar estadounidense.

<sup>f</sup> En la UE sólo España e Italia producen limón en grandes cantidades, y éste es del llamado limón amarillo.

ductores. Predecir la respuesta de los mercados y cuantificar los efectos potenciales resultantes de cambios en el ambiente en el que se realizan los negocios y de las políticas comerciales es difícil, dado que las interacciones entre los países y entre los bienes comerciados son complejas y de un rango amplio. En un esfuerzo para predecir y cuantificar estos cambios se construyen modelos económicos, y se simulan escenarios de cambios en algunas variables económicas de interés para predecir y cuantificar los impactos económicos de la implantación de políticas comerciales.

Existen varias metodologías que se han utilizado para la formulación de estos modelos. En algunas se analizan las economías en conjunto y se particulariza en las relaciones intersectoriales, como en los análisis de insumo-producto.<sup>5,14</sup> Otros estudios utilizan los modelos de equilibrio parcial, cuando el objetivo se circunscribe al equilibrio de una variable y todo lo demás se supone constante. En otros casos se utilizan los modelos de equilibrio general, cuando el objetivo tiene que ver más con la identificación de la estructura de sectores utilizando aproximaciones econométricas para simular el efecto de nuevas políticas en estos sectores y el equilibrio resultante de cambios en alguna variable.<sup>10</sup> De manera similar, los modelos cuadráticos de equilibrio espacial también se han utilizado de manera frecuente para analizar los problemas relacionados con el comercio entre regiones separadas.<sup>15,24</sup> Estos patrones son una extensión del modelo de transporte, pero con demandas y ofertas en las que los precios de equilibrio se determinan endógenamente. Estos modelos son útiles para simular el impacto que tiene en los mercados la aplicación de políticas comerciales.<sup>9 6,7,12,21</sup>

Takayama y Judge<sup>20</sup> desarrollaron el modelo de equilibrio espacial como una extensión del patrón de transporte con demandas y ofertas implícitas. El modelo es aplicable para el análisis de situaciones en las que el consumo y la producción ocurren en regiones separadas espacialmente. La solución del modelo reflejará las cantidades comerciadas entre las regiones en el caso de que los precios difieran

por más de los costos interregionales de transporte.

El modelo de equilibrio espacial ha sido usado para analizar competencia interregional en productos agrícolas. También se ha utilizado para estudiar asuntos de competencia regional, como en el caso de la industria lechera en los Estados Unidos<sup>1,25</sup> y el mercado regional de la leche en Japón.<sup>18</sup>

El modelo de equilibrio espacial básico se puede ampliar para incorporar diversos mercados y productos, diversas fuentes de demanda y diversas fuentes de oferta, así como diversas formas de transporte. También se utiliza para organizar los efectos de diversas políticas de comercio internacional, tales como cuotas, subsidios, aranceles y embargos. El modelo permite el uso de ofertas y demandas funcionalmente dependientes del precio y con diferentes grados de estructuras de mercado.<sup>13</sup> Kawaguchi, Suzuki y Kaiser<sup>8</sup> diseñaron un modelo de equilibrio espacial, para el mercado japonés de la leche, que permite estructuras de mercado duales, en el cual existen compradores oligopolistas (bajo el esquema de consignación) y muchos productores de leche en pequeña escala bajo competencia perfecta.

En el presente estudio se aplica un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos,<sup>h</sup> dado que se pretende ajustar el mercado mundial del limón, el cual está caracterizado por varias regiones o países que producen, consumen y comercian un bien homogéneo.<sup>i</sup> Cada región constituye un mercado distinto, separado sólo mediante los costos de transporte, aranceles y otras barreras al comercio. Los costos de transporte y los aranceles se fijan con relación a unidades físicas y son independientes del volumen comercializado. Los productores buscan maximizar ganancias y los consumidores maximizar su utilidad. Los precios del bien, los costos de transporte y los aranceles son conocidos.

El comercio internacional se da a niveles espaciales, es decir, se requiere de transportación del producto entre cada región para su comercialización, esto arroja una diferencia entre el precio de oferta y demanda, misma que representa el costo de transporte.<sup>j</sup>

<sup>9</sup> La principal diferencia entre los modelos de equilibrio espacial y los de equilibrio parcial o de equilibrio general es que los primeros asignan los recursos de acuerdo a regiones o áreas (espacios), según la localización de la actividad económica, mientras que los modelos de equilibrio parcial modelan un mercado simple e ignoran las repercusiones en otros mercados, y los de equilibrio general crean un equilibrio para todos los mercados.

<sup>h</sup> Este modelo es particularmente útil en situaciones en las que los precios sufren cambios o ajustes como resultado de cambios en los flujos comerciales entre las regiones consideradas.

<sup>i</sup> En este estudio no se hace distinción entre los tres tipos de limón (agrio, persa y amarillo).

<sup>j</sup> El término *costos de transporte* puede incluir otros costos que implican colocar el bien o servicio de un lugar a otro (de un mercado a otro).

El modelo utiliza funciones lineales de demanda y oferta. La demanda de la  $i$ -ésima región está dada por la ecuación:

$$P_{di} = D_i(Q_{di}) = \alpha_{di} - \beta_{di} Q_{di} \quad (1)$$

Donde:

$P_{di}$  = Precio de demanda en la región  $i$ .

$Q_{di}$  = Cantidad demandada en la región  $i$ .

La función de oferta para la  $i$ -ésima región está dada por la siguiente relación:

$$P_{si} = S_i(Q_{si}) = \alpha_{si} + \beta_{si} Q_{si} \quad (2)$$

Donde:

$P_{si}$  = Precio de oferta en la región  $i$ .

$Q_{si}$  = Cantidad ofrecida en la región  $i$ .

De modo que:

$$\partial(P_{di}(Q_{di}))/\partial Q_{di} \leq 0 \quad (3)$$

$$\partial(P_{si}(Q_{si}))/\partial Q_{si} \geq 0 \quad (4)$$

La función de bienestar social para cada país o región es la definida por el área entre la curva de demanda y de oferta a la izquierda del punto de equilibrio.<sup>17</sup>

$$W_i(Q_{si}^*, Q_{di}^*) = \int_0^{Q_{di}^*} P_{di}(Q_{di}) dQ_{di} - \int_0^{Q_{si}^*} P_{si}(Q_{si}) dQ_{si} \quad (5)$$

Donde:

$Q_{si}^*$  = Cantidad producida en la región  $i$ .

$Q_{di}^*$  = Cantidad consumida por la región  $i$ .

El total de la función de bienestar neto (NW) se obtiene mediante la suma a lo largo de las funciones de bienestar en cada región, menos el total de los costos de transporte.<sup>k</sup>

$$NW = \sum_{i=1}^n W_i(Q_{si}^*, Q_{di}^*) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij} \quad (6)$$

Donde:

$C_{ij}$  = El costo de transporte de la región  $i$  a la región  $j$ .

$T_{ij}$  = La cantidad transportada de la región  $i$  a la región  $j$ .

La ecuación (6) se maximiza sujeta a un conjunto de restricciones de balance de ofertas y demandas entre las diferentes regiones. Las restricciones de demanda requieren que la cantidad demandada por el país o región  $i$  sea menor o igual a la suma de la cantidad transportada que proviene de las regiones oferentes.

$$Q_{di} \leq \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad \forall i. \quad (7)$$

<sup>k</sup> Se usa el término *bienestar neto* para señalar que se restan los costos de transporte y los aranceles cuando haya lugar.

Las restricciones de oferta requieren que la cantidad producida por el país o región  $i$  sea mayor o igual a las cantidades transportadas a las regiones demandantes.

$$Q_{si} \geq \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad \forall i. \quad (8)$$

La ecuación de bienestar social (6), las restricciones de demanda (7) y las restricciones de oferta (8), así como la condición que requiere que  $Q_{di}$ ,  $Q_{si}$ , y  $T_{ij}$  sean cero o positivas, en conjunto conforman el modelo a resolver (9).

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \left( \int_0^{Q_{di}^*} P_{di}(Q_{di}) dQ_{di} - \int_0^{Q_{si}^*} P_{si}(Q_{si}) dQ_{si} \right) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij} \quad (9)$$

$$\text{Sujeto a:} \quad Q_{di} - \sum_{j=1}^n T_{ij} \leq 0 \quad \forall i,$$

$$-Q_{si} + \sum_{j=1}^n T_{ij} \leq 0 \quad \forall i,$$

$$Q_{di}, Q_{si}, T_{ij} \geq 0 \quad \forall i \text{ y } j.$$

La condición necesaria para la existencia de una solución factible en (9) es que las funciones de demanda tengan pendiente negativa y las funciones de oferta cuenten con una pendiente positiva.

El Lagrangiano asociado con el problema de maximización es:

$$L = \sum_{i=1}^n \left[ \int_0^{Q_{di}^*} P_{di}(Q_{di}) dQ_{di} - \int_0^{Q_{si}^*} P_{si}(Q_{si}) dQ_{si} \right] - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} T_{ij} + \sum_{i=1}^n \lambda_{di} \left[ Q_{di} - \sum_{j=1}^n T_{ij} \right] + \sum_{i=1}^n \psi_{si} \left[ \sum_{j=1}^n T_{ij} - Q_{si} \right], \quad (10)$$

$$Q_{di}, Q_{si}, T_{ij}, \lambda_{di}, \psi_{si} \geq 0.$$

Donde  $\lambda_{di}$  y  $\psi_{si}$  son los multiplicadores de Lagrange asociados con las restricciones de oferta y demanda.

La naturaleza de dicha solución y el equilibrio se obtienen al investigar las partes relevantes de las condiciones de Kuhn-Tucker:

$$\partial L / \partial Q_{di} = P_{di} - \lambda_{di} \leq 0; \quad (\partial L / \partial Q_{di}) Q_{di} = 0; \quad Q_{di} \geq 0; \quad (10a)$$

$$\partial L / \partial Q_{si} = P_{si} - \psi_{si} \leq 0; \quad (\partial L / \partial Q_{si}) Q_{si} = 0; \quad Q_{si} \geq 0; \quad (10b)$$

$$\partial L / \partial T_{ij} = -C_{ij} + \lambda_{di} - \psi_{sj} \leq 0; \quad (\partial L / \partial T_{ij}) T_{ij} = 0; \quad T_{ij} \geq 0. \quad (10c)$$

El conjunto de condiciones (10a) implica que el precio de demanda de la región  $i$  es igual a su precio sombra ( $\lambda_{di}$ ), suponiendo que la cantidad demandada es positiva.<sup>L</sup> De igual manera, el conjunto

<sup>L</sup> El precio sombra representa el incremento marginal en el bienestar cuando una unidad se importa de una región con exceso de demanda.

de condiciones (10b) supone que el precio de oferta en la región  $i$  es igual al de su precio sombra ( $\psi_{si}$ ), si la cantidad ofrecida es mayor a cero. El conjunto de condiciones (10c) asegura que el precio de demanda ( $\lambda_{di}$ ) en la región  $i$  es igual al promedio de los precios de oferta ( $\psi_{si}$ ) en la región  $i$  y las regiones  $j$ , más los costos de transporte representados por la variable  $C$ , si la cantidad transportada ( $T_{ij}$ ) es mayor a cero. Los costos de transporte aseguran que los precios de demanda en una región sean menores a los precios de oferta en las demás regiones, más los costos de transporte.

La solución de este problema muestra el nivel de oferta ( $Q_{si}$ ) y consumo ( $Q_{di}$ ) de cada región; además se obtiene el comercio entre dos regiones diferentes ( $T_{ij}$   $i \neq j$ ), así como el comercio dentro de la misma región ( $T_{ii}$ ). El precio de cada región es representado por las variables duales ( $P_{di}$  y  $P_{si}$ ). La relación existente entre los diferentes precios de equilibrio de cada región será:

a) Si la región  $i$  absorbe su demanda ( $T_{ii} = Q_{di} > 0$ ), entonces la diferencia del precio de demanda y oferta será el costo de transporte ( $P_{di} = C_{ii} + P_{si}$ ) dentro de la misma región.

b) Si la región  $i$  exporta a la región  $j$  ( $T_{ij} > 0$ ), entonces el precio de demanda de la región  $j$  será igual al precio de oferta de la región  $i$ , más el costo de transporte de la región  $i$  ( $P_{dj} = C_{ij} + P_{si}$ ), y el precio de oferta de la región  $j$  será igual al precio de demanda de la región  $j$ , menos el costo de transporte dentro de la región  $j$  ( $P_{sj} = P_{dj} - C_{jj}$ ).

c) El precio de demanda de la región  $j$  es igual al precio de oferta de la región  $j$ , más los costos de transporte dentro de la propia región ( $P_{dj} = P_{sj} + C_{jj}$ ); si la región  $j$  no exporta a la región  $i$ , entonces el precio de oferta de la región  $j$  es significativamente mayor al precio de demanda de la región  $i$ , por lo que el comercio entre la región  $j$  a la región  $i$  no sería deseable ( $P_{dj} < C_{ji} + P_{si}$ ).

## Datos y especificación del modelo

Para los propósitos de este estudio, el mercado mundial del limón fue dividido en ocho regiones: México, EUA, Canadá, América, África, Asia, Europa y Oceanía. América incluye a los países de la región, excluyendo a los integrantes del TLCAN, ya que para efectos de esta investigación se analizan independientemente. Europa incluye a todos los países miembros de la Comunidad Europea. Asia incluye a países tanto del Medio Oriente como a los

Tabla II. Funciones inversas de oferta y demanda de limón estimadas para cada región

Región	Oferta	Demanda
México	$P = -1.12813 + 0.00899 Q_{si}$ (0.0567) ** $\frac{2}{2}$ (0.1125) $R = 0.8309$	$P = 6.19353 - 0.00413 Q_{di}$ (0.00433) $\frac{2}{2}$ (0.0738) $R = 0.8498$
Estados Unidos	$P = -0.56470 + 0.00124 Q_{si}$ (0.0112) $\frac{2}{2}$ (0.0421) $R = 0.9747$	$P = 1.76998 - 0.000142 Q_{di}$ (0.0552) $\frac{2}{2}$ (0.0978) $R = 0.8107$
Canadá*		$P = 38.79526 - 0.85506 Q_{di}$ (0.0749) $\frac{2}{2}$ (0.0594) $R = 0.9691$
Unión Europea	$P = -2.39046 + 0.00165 Q_{si}$ (0.0206) $\frac{2}{2}$ (0.0279) $R = 0.7754$	$P = 25.41015 - 0.01159 Q_{di}$ (0.2323) $\frac{2}{2}$ (0.0279) $R = 0.7543$
América	$P = -2.112949 + 0.00096 Q_{si}$ (0.0057) $\frac{2}{2}$ (0.0682) $R = 0.8302$	$P = 17.79374 - 0.00911 Q_{di}$ (0.139) $\frac{2}{2}$ (0.0327) $R = 0.8276$
Asia	$P = -0.35145 + 0.00023 Q_{si}$ (0.0436) $\frac{2}{2}$ (0.0115) $R = 0.9914$	$P = 3.19533 - 0.00065 Q_{di}$ (0.1279) $\frac{2}{2}$ (0.2139) $R = 0.8984$
África	$P = -1.34152 + 0.00285 Q_{si}$ (0.1982) $\frac{2}{2}$ (0.1528) $R = 0.9092$	$P = 1.63759 - 0.00210 Q_{di}$ (0.2298) $\frac{2}{2}$ (0.2102) $R = 0.8075$
Oceanía	$P = -2.11771 + 0.07073 Q_{si}$ (0.0373) $\frac{2}{2}$ (0.0715) $R = 0.7143$	$P = 5.46171 - 0.14109 Q_{di}$ (0.0417) $\frac{2}{2}$ (0.0718) $R = 0.6943$

\* Canadá no produce limón. \*\* Los números entre paréntesis son el error estándar.

países del occidente del continente. África concentra a todos los países del continente que comercializan limón. Por último, Oceanía incluye a Australia, Nueva Zelanda y las islas adyacentes.

## Funciones de demanda y oferta

El modelo espacial con precios endógenos requiere la inclusión de las funciones de demanda y oferta del producto analizado de cada región. Las funciones de demanda y oferta se estimaron utilizando ecuaciones de tipo lineal mediante mínimos cuadrados con el procedimiento de Cochrane-Orcutt.<sup>m</sup> La tabla II presenta las funciones de demanda y oferta estimadas para las ocho regiones.

## Resultados

El modelo se resolvió para cuatro escenarios en el mercado mundial del limón bajo el supuesto de competencia perfecta, las características distintivas de estos escenarios modelan:

<sup>m</sup> Una presentación detallada de la metodología para la estimación de funciones de demanda y oferta se encuentra en Maddala.<sup>11</sup>



- 1) El mercado mundial del limón con aranceles y costos de transporte de 2000.
- 2) El mercado mundial del limón en 2000, bajo la condición de que el TLCAN no existiera.
- 3) El mercado del limón de 2000 con la operación plena del TLCAN.
- 4) El mercado mundial del limón de 2000, bajo la condición de libre comercio mundial.

A continuación se presentan los resultados de la estimación de los cuatro escenarios previamente descritos. Todas las simulaciones se construyeron con base para 2000. Los resultados para México, Estados Unidos y Canadá se presentan de manera separada y se agregan para el resto del mundo.

## Escenario 1

En este escenario se modela el mercado mundial del limón con aranceles y costos de transporte de 2000. Se seleccionó 2000 por la razón de que era el último año, al momento de realizar este trabajo, para el cual se disponían de estadísticas de producción y comercio internacional para las regiones consideradas. Este escenario, además de servir de comparación con otras situaciones de política comercial, se utiliza para validar los resultados del modelo de equilibrio espacial con precios endógenos. La tabla III muestra los resultados de este escenario, en relación a los flujos comerciales entre las regiones consideradas, y la tabla IV muestra los precios de demanda y oferta.

Los resultados de este escenario son bastante cercanos a los que publica la FAO, tanto en la producción mundial como en los flujos comerciales, por ejemplo, la FAO señala que la producción mundial de limón en 2000 fue de 11,058,051 tm, y el modelo encuentra que la producción mundial es de 11,054,026 tm. La FAO también reporta que Méxi-

co produjo 1,661,220 tm, y el modelo encuentra 1,663,064 tm.

Bajo este escenario, el valor total de la producción de limón de México es de 557,126,440 dólares, y el de las exportaciones asciende a 88,843,340 dólares.

Tabla IV. Precios de exportación e importación en equilibrio por región en dólares estadounidenses por tm, para el escenario 1.

Región	Precios de Oferta <sup>1</sup>	Precios de Demanda <sup>1</sup>
México	\$335.00	\$420.00
Estados Unidos	\$385.00	\$479.00
Canadá	\$0.00	\$485.00
Resto del mundo	\$436.31	\$514.38
<b>Promedio Mundial Ponderado</b>	<b>\$417.51</b>	<b>\$499.41</b>

1 Los precios de oferta representan el precio mínimo (antes de costos de transporte y aranceles) al que un país estaría dispuesto a comerciar.

2 Los precios de demanda representan el precio máximo de importación (incluyen los costos de transporte más los aranceles vigentes a 2000).

## Escenario 2

En este escenario se analiza el mercado mundial del limón de 2000, bajo la condición de que el TLCAN no existiera; con el fin de separar el efecto de dicho tratado. Los resultados de este escenario se presentan en las tablas V y VI.

Los resultados sugieren que la no existencia del TLCAN en 2000 tendría las siguientes implicaciones para México y para el mercado mundial del limón: aunque la producción de México se reduce en alrededor de 3,000 tm, las exportaciones a Estados Unidos se reducen en 23,604 tm, en Canadá se mantienen y se incrementan en el resto del mundo. Sin embargo, los precios del limón son afectados de manera importante. Por ejemplo, los precios de México de oferta y demanda se reducen en dos dólares por tonelada, los precios oferta y demanda de Estados Unidos aumentan en 16 dólares, el precio de demanda de Canadá disminuye en dos dólares, y los precios de oferta y demanda del resto del mundo disminuyen en dos dólares. En general, los cambios en los flujos comerciales y en los precios sugieren que los ingresos de México, derivados de las exportaciones de limón, disminuirían si el TLCAN no existiera y que esta condición beneficiaría a la producción de limón estadounidense.

Bajo este escenario, el valor total de la producción de limón de México es de 552,901,545 dólares, y el de las exportaciones asciende a 87,222,357 dólares.

Tabla III. Flujos comerciales resultantes del escenario 1 en tm.

	México	Estados Unidos	Canadá	Resto del mundo	Oferta total
México	1,397,860	142,701	44,804	77,699	1,663,064
Estados Unidos		766,182			766,182
Canadá					0
Resto del mundo				8,624,780	8,624,780
<b>Demanda total</b>	<b>1,397,860</b>	<b>908,883</b>	<b>44,804</b>	<b>8,702,479</b>	<b>11,054,026</b>

Tabla V. Flujos comerciales resultantes del escenario 2 en tm

	México	Estados Unidos	Canadá	Resto del mundo	Oferta total
México	1,398,436				
Estados Unidos		119,097			
Canadá		778,783	44,807		
Resto del mundo				8,609,705	
<b>Demanda total</b>	<b>1,398,436</b>	<b>897,880</b>	<b>44,807</b>	<b>8,707,730</b>	<b>11,048,853</b>

Fuente: Resultados arrojados por el modelo para el escenario 1.

Tabla VI. Precios de exportación e importación en equilibrio por región en dólares estadounidenses por tm, para el escenario 2

Región	Precios de oferta	Precios de demanda
México	\$333.00	\$418.00
Estados Unidos	\$401.00	\$495.00
Canadá	\$0.00	\$483.00
Resto del mundo	\$434.28	\$512.39
<b>Promedio mundial ponderado</b>	<b>\$416.71</b>	<b>\$498.91</b>

## Escenario 3

En este escenario se considera el mercado del limón en 2000, bajo la operación plena del TLCAN. Este escenario pretende estimar los impactos de la entrada plena del TLCAN y compararlos con el escenario que modela la no existencia del TLCAN (escenario 2).

Los resultados de este escenario se presentan en las tablas VII y VIII. Éstos sugieren que la entrada plena del TLCAN tendría implicaciones importantes en los flujos comerciales y precios en el mercado mundial del limón. Por ejemplo, México incrementa sus exportaciones de limón a Estados Unidos en 32,783 toneladas y, aunque el precio de demanda estadounidense se reduce, el valor total de las exportaciones se incrementa. Las exportaciones a Canadá se mantienen en volumen, pero se incrementan en valor, dado que el precio de demanda canadiense se incrementa en tres dólares por tonelada. Con respecto a las exportaciones al resto del mundo, éstas se reducen en 28,232, pero como el precio de demanda se incrementa en tres dólares por tonelada, se minimiza el efecto de la reducción del volumen exportado. En resumen, los resultados de este estudio sugieren que el TLCAN beneficia a la producción mexicana de limón.

Bajo este escenario, el valor total de la producción de limón en México es de 559,142,304 dóla-

res y el de las exportaciones asciende a 89,536,272 dólares.

Tabla VII. Flujos comerciales resultantes del escenario 3 en tm

	México	Estados Unidos	Canadá	Resto del mundo	Oferta total
México	1,397,637				
Estados Unidos		151,880			
Canadá		761,282	44,803		
Resto del mundo				8,630,642	
<b>Demanda total</b>	<b>1,397,637</b>	<b>913,162</b>	<b>44,803</b>	<b>8,700,437</b>	<b>11,056,038</b>

Tabla VIII. Precios de exportación e importación en equilibrio por región en dólares estadounidenses por tm, para el escenario 3.

	México	Estados Unidos	Canadá	Resto del mundo	Oferta total
México	1,397,637				
Estados Unidos		151,880			
Canadá		761,282	44,803		
Resto del mundo				8,630,642	
<b>Demanda Total</b>	<b>1,397,637</b>	<b>913,162</b>	<b>44,803</b>	<b>8,700,437</b>	<b>11,056,038</b>

## Escenario 4

En este escenario se modela el mercado mundial del limón bajo la condición de libre comercio mundial (eliminación total de barreras arancelarias y no arancelarias). Se pretenden estimar los impactos de libre comercio mundial del limón, comparándolos con la situación prevaleciente en 2000. Los resultados de este escenario se presentan en las tablas IX y X.

Los resultados de este escenario muestran que la apertura total del mercado mundial del limón permite incrementar la producción de limón de México en 32,747 toneladas, en comparación con la producción del escenario 1, y aumentar de manera substancial las exportaciones de limón a Estados Unidos y el resto del mundo; sin embargo, México dejaría de exportar a Canadá.

En general, los precios de oferta suben y los precios de demanda bajan, aunque los de oferta aumentan más que los de demanda. Esto representaría beneficios importantes a la producción mexicana de limón, considerando que México es el principal productor de limón en el mundo, y que bajo este escenario se incrementa no sólo su producción, sino también su precio de oferta. Los resultados anteriores sugieren que la apertura mundial del mercado del limón favorece a los productores mexicanos de esta fruta.

Bajo este escenario, el valor total de la producción de limón de México es de 617,275,204 dólares, y el de las exportaciones asciende a



110,993,792 dólares.

Tabla IX. Flujos comerciales resultantes del escenario 4.

	México	Estados Unidos	Canadá	Resto del mundo	Oferta total
México	1,390,883	175,675		129,253	1,695,811
Estados Unidos		727,703	44,784		772,487
Canadá					0
Resto del mundo				8,593,208	8,593,208
Demanda total	1,390,883	903,378	44,784	8,722,461	11,061,506

Tabla X. Precios de exportación e importación en equilibrio por región en dólares estadounidenses por tonelada, para el escenario 4.

Región	Precios de oferta	Precios de demanda
México	\$364.00	\$449.00
Estados Unidos	\$393.00	\$487.00
Canadá	\$0.00	\$502.00
Resto del mundo	\$440.86	\$504.78
<b>Promedio mundial ponderado</b>	<b>\$425.74</b>	<b>\$496.30</b>

## Estimación y comparación del bienestar social de los escenarios modelados

Las estimaciones de bienestar social, en el ámbito mundial, resultantes de los escenarios anteriores se presentan en la tabla XI. Se observa que de no existir el TLCAN se reduce el bienestar social en 3,388 dólares con respecto al escenario 1; por otro lado, la eliminación de barreras al comercio del limón incrementa el bienestar social en 139,327 dólares.

La dimensión de los beneficios derivados de la apertura comercial del mercado del limón no parece ser extraordinaria. Sin embargo, en el análisis de estos resultados se debe considerar que en la apertura comercial del mercado mundial del limón hay ganadores y perdedores, por lo que una parte importante de los beneficios de los que ganan se cancela con las pérdidas de bienestar de los que se perjudican. En general, la apertura comercial resulta en incrementos en los precios de oferta del limón mexicano, y éstos incrementan el excedente del productor mexicano; a su vez se incrementa el precio de demanda (interno) que enfrentan los consumidores mexicanos, con lo que se reduce el excedente de los consumidores mexicanos. Por otro lado, los productores de otras regiones enfrentarán precios relativamente más bajos, por lo que se reduce el excedente del productor; de igual manera, los consumidores del resto del mundo también enfrentarán precios relativamente más bajos, por lo que a éstos

se les incrementará el excedente del consumidor.

Tabla XI. Estimación del bienestar social en dólares estadounidenses.

Escenario	Bienestar social	Diferencia con respecto al escenario 1	Diferencia con respecto al escenario 2
Escenario 1	63,886,751	0	2,357
Escenario 2	63,884,394	-2,357	0
Escenario 3	63,887,782	1,031	3,388
Escenario 4	64,023,721	136,970	139,327

## Conclusiones

Se construyó un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos para estudiar el impacto de la apertura comercial de México y de su integración en bloques comerciales en el mercado mundial del limón. Para evaluar el modelo se compararon los resultados del escenario 1 con los valores de 2000 publicados por la FAO; las diferencias entre los valores de predicción del modelo y los valores publicados fueron inferiores al 5%, por lo que se juzgó que el modelo pronostica satisfactoriamente el comportamiento del mercado mundial del limón. Se diseñaron cuatro escenarios con diversos grados de apertura comercial, todos bajo un esquema de competencia perfecta, para así estimar los impactos de ésta en los flujos comerciales, en precios y el bienestar en el mercado mundial del limón, y en particular para el mercado mexicano.

Las simulaciones sugieren que la entrada plena del TLCAN a partir de 2003 permitirá a México incrementar sustantivamente las exportaciones de limón a los Estados Unidos. Además, esta apertura incrementa los precios de oferta y demanda del limón mexicano, resultando en beneficios para los productores de este cítrico.

De la simulación que considera la eliminación de barreras al comercio mundial del limón se observa que los precios de oferta del limón mexicano son substancialmente inferiores a los de Estados Unidos, y en general a los del resto de las regiones, por lo que la apertura comercial permitiría al limón producido en México acceder favorablemente al mercado del TLCAN y en general a otros mercados.

De manera similar, los resultados del estudio sugieren que, en el contexto mundial, la entrada en operación del TLCAN no tiene un impacto substancial en el bienestar, dado que algunos de los beneficios positivos de los que ganan con la apertura se

cancelan con los beneficios negativos de los que se perjudican. Por otro lado, la eliminación total de barreras al comercio del limón tiene un impacto substancialmente mayor (139,327 dólares).

Finalmente, los resultados sugieren que el TLCAN, el TLCUEM y en general la eliminación de barreras al comercio del limón, tienen un impacto muy favorable a las exportaciones mexicanas de limón, que se incrementan en 32,747 toneladas en relación al escenario 1; pero, principalmente, el mayor impacto se da en incrementos en los precios de oferta y demanda del limón mexicano (29 dólares), con los consecuentes beneficios para los productores mexicanos de este cítrico.

## Resumen

A partir de la construcción de un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos se estudia la apertura del mercado mexicano del limón en una perspectiva mundial. Se diseñan diversos escenarios entre los países que integran el TLCAN, el TLCUEM y con la eliminación total de barreras al comercio de esta fruta. Se estima el impacto potencial de la eliminación de aranceles en los flujos comerciales, los precios y bienestar. Los resultados sugieren que México se beneficia de la entrada en operación del TLCAN, el TLCUEM y de la eliminación de las barreras comerciales en el mercado mundial del limón.

**Palabras clave:** Modelos de equilibrio espacial, Comercio mundial del limón, Programación cuadrática.

## Abstract

This paper studies the liberalization of the Mexican lemon market in a world perspective using a spatial equilibrium model with endogenous prices. Several scenarios were designed related to the lemon market involving the countries that integrate NAFTA, MEUFTA, and the removal of commercial barriers related to this fruit. The potential impact on commercial flow, prices and welfare as a result of eliminating tariffs is estimated. The results suggest that Mexico will benefit from NAFTA and MEUFTA, as well as from the removal of commercial barriers in the world lemon market.

**Keywords:** Spatial equilibrium models, Lemon world

market, Quadratic programming.

## Referencias

1. BANCOMEXT. Estadísticas de Comercio Exterior, Publicadas en Internet y disponibles en <http://www.bancomext.com>
2. Chavas, J. P., T. L. Cox y E. V. Jesse (1993). "Regional Impacts of Reducing Dairy Price Supports and Removing Milk Marketing Orders in the U. S. Dairy Sector." Staff Paper 367, Department of Agricultural Economics, University of Wisconsin-Madison.
3. FAO. Estadísticas Agrícolas. Publicadas en internet y disponibles en <http://www.fao.org>
4. Gómez, A., R. Schwentesius y A. Barrera (1994). "El limón persa en México." Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
5. Guajardo, R. (1998). "Assessing the Impact of the Maquiladora Industry in México: An Interindustry Analysis." *Review of Urban & Regional Development Studies*. Vol. 10, No. 2 pp. 109-122.
6. Guajardo R. y H. Elizondo (2003). "North American tomato market: a spatial equilibrium perspective." *Applied Economics*, Vol. 35, No. 3, pp. 315 - 322.
7. Guajardo R. y H. Elizondo (2001). "Apertura del comercio mexicano del tomate: un modelo espacial con precios endógenos". *Ensayos*, Vol. XX, No. 1, pp. 49- 68.
8. Kawaguchi, T, N. Suzuki, y H. M. Kaiser. (1997). "A Spatial Equilibrium Model for Imperfectly Competitive Milk Markets". *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 79, pp. 85-859.
9. Kennedy, P. L y C. Atici (1998). "A Sectoral Analysis of Agricultural Trade Liberalization." *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 30, No. 2, pp. 277-284.
10. Kennedy, P. L y K. Hughes (1998). Welfare Effects of Agricultural Trading Blocks: The Simulation of a North American Customs Union, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 23, No. 1, pp. 99-110.
11. Maddala, G. S. (1996). Introducción a la Econometría, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
12. McCarl, B. A. y T. H. Spreen (1980). "Price Endogenous Mathematical Programming As a Tool for Sector Analysis. *American Journal of*

- Agricultural Economics*, Vol. 62, pp. 87-102.
13. McCarl, B. A. y T. H. Spreen (1997). *Applied Mathematical Programming*. Notas de la Clase (AGECON 641). Texas A&M University, (mimeo).
  14. Miller, R. E. y P. D. Blair (1985). *Input- Output Analysis: Foundations and Extensions*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc.
  15. Mills, B. F. (1998). "Ex Ante Research Evaluation and Regional Trade Flows: Maiz in Kenya." *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 49, No 3, pp. 393-408.
  16. NAFTA Commodity Supplement (2000). Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, WRS-99-1A, (mimeo).
  17. Samuelson, P. A. (1952) "Spatial Price Equilibrium and Linear Programming", *American Economic Review*, Vol. 42, pp. 283-303.
  18. Sasaki, K. (1969). "Spatial Equilibrium in Eastern Japan Milk Market." *Journal of Rural Economics*. Vol. 41, pp. 106-116.
  19. SECOFI. Fracciones Arancelarias y Plazos de desgravación. Publicado en internet y disponible en <http://www.secofi.gob.mx>
  20. Takayama, T. y G. G. Judge (1971) *Spatial and Temporal Price and Allocation Models*. Amsterdam: North-Holand.
  21. Takayama, T. (1994). "Thirty years with spatial and intertemporal economics", *Annals of Regional Science*, Vol. 28, pp. 305-322.
  22. U. S. Census. Washington, D. C., Estados Unidos, Datos de Importaciones y Exportaciones, 1998-1999. Publicado en internet y disponible en <http://www.usda.gov>
  23. Williams, G. W. y T. Grennes, 1994. *NAFTA and Agriculture: Will the Experiment Work?*. Published By: Center for North American Studies, International Agricultural Trade Research Consortium and Texas Agricultural Market center.
  24. Wigle, R. M. (1992). "Transportation Costs in Regional Models of Foreign Trade: An Application to Canada-U.S. Trade", *Journal of Regional Science*, Vol. 32, pp. 185-207.
  25. Yavuz, F., C. Zulauf, G. Schnitkey y M. Miranda (1996). "A Spatial Equilibrium Analysis of Regional Structural Change in the U. S. Dairy Industry." *Review Agricultural. Economics*, Vol. 18, pp. 693-703.